

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-007846

(43)Date of publication of application : 08.01.2004

---

(51)Int.Cl.

H03H 9/25

H01L 41/09

H01L 41/18

H03H 9/145

---

(21)Application number : 2003-315937

(71)Applicant : MURATA MFG CO LTD

(22)Date of filing : 08.09.2003

(72)Inventor : KADOTA MICHIO  
NAKAO TAKESHI

---

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE RESONATOR

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a highly reliable surface acoustic wave resonator in which reflective characteristics are made excellent, the miniaturization of a product is made possible by reducing fingers constituting a reflector, an electromechanical coupling coefficient is made large, a loss is made small, and any influence from the film thickness of an electrode on a frequency is made small.

**SOLUTION:** In a surface acoustic wave resonator constituted by forming fingers for IDT for exciting SH waves and fingers for reflecting the SH waves on a crystal substrate, fingers constituted of materials with Al as main components whose specified film thickness ( $H/\lambda$ ) ranges from 0.025 to 0.135 are formed on a crystal substrate whose  $\theta$  is  $110^\circ - 150^\circ$  as for an Euler angle ( $0^\circ$ ,  $\theta$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ ) with ST cut  $90^\circ$  X axial propagation.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-7846

(P2004-7846A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
H03H 9/25	H03H 9/25 C	5J097
H01L 41/09	H03H 9/145 C	
H01L 41/18	H01L 41/08 C	
H03H 9/145	H01L 41/18 101A	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-315937 (P2003-315937)	(71) 出願人	000006231
(22) 出願日	平成15年9月8日 (2003.9.8)		株式会社村田製作所
(62) 分割の表示	特願2001-132655 (P2001-132655) の分割		京都府長岡京市天神二丁目26番10号
原出願日	平成13年4月27日 (2001.4.27)	(74) 代理人	100092071 弁理士 西澤 均
特許法第30条第1項適用申請有り 平成12年11月6日 第21回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム運営委員会発行の「第21回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演予稿集」に発表		(72) 発明者	門田 道雄 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
		(72) 発明者	中尾 武志 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
		Fターム (参考)	5J097 AA01 AA06 AA24 AA29 BB11 DD01 DD14 DD28 FF01 FF03 GG02 GG05 GG07 KK01 KK09

(54) 【発明の名称】 表面波共振子

(57) 【要約】

【課題】 反射特性に優れ、反射器を構成するフィンガを少なくして、製品の小型化を図ることが可能で、かつ、電気機械結合係数が大きくてロスが少なく、しかも、電極の膜厚が周波数に与える影響の小さい、信頼性の高い表面波共振子を提供する。

【解決手段】 水晶基板上にSH波を励振するIDT用のフィンガ及びSH波を反射するフィンガを形成した表面波共振子において、オイラー角 ( $0^\circ$ ,  $\theta$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ ) において、 $\theta$  が  $110^\circ \sim 150^\circ$ 、STカット  $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板上に、Alを主成分とする材料からなり、かつ、規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が、 $0.025 \sim 0.135$  の範囲にあるフィンガを形成する。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

水晶基板上に配設された、SH波を励振するIDT用のフィンガ及び、前記SH波を反射するフィンガとを備えた表面波共振子であって、

前記水晶基板が、オイラー角 ( $0^\circ$ ,  $\theta$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ ) において、 $\theta$  が  $110^\circ \sim 150^\circ$ 、STカット  $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板であり、

前記フィンガが、Alを主成分とする材料からなり、かつ、

前記フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が、 $0.025 \sim 0.135$  の範囲にあることを特徴とする表面波共振子。

## 【請求項 2】

10

前記フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が、 $0.045 \sim 0.095$  の範囲にあることを特徴とする請求項 1 記載の表面波共振子。

## 【請求項 3】

前記フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が、 $0.06$  以上であることを特徴とする請求項 1 記載の表面波共振子。

## 【請求項 4】

前記フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が、 $0.10$  以上であることを特徴とする請求項 1 記載の表面波共振子。

## 【請求項 5】

$\theta_{\min} \leq \theta \leq \theta_{\max}$  ( $\theta$ : オイラー角)

20

$\theta_{\max}: 3303.6 (H/\lambda)^2 - 71.786 (H/\lambda) + 130.5$

$\theta_{\min}: 2747.8 (H/\lambda)^2 - 72.4 (H/\lambda) + 121.5$

の要件を満たすことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の表面波共振子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、表面波共振子に関し、特にSH波を用いた表面波共振子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、移動体通信機器の帯域通過フィルタなどには、弾性表面波フィルタが広く用いられている。このような従来の弾性表面波フィルタには、表面波共振子フィルタやトランスバーサルフィルタなどがある。

30

例えば、従来の表面波共振子を用いた表面波共振子フィルタの一つに、温度特性の良好なSTカット  $0^\circ$  X軸伝搬の水晶基板を用い、この水晶基板上にAlからなる電極材料によりIDT (インターディジタルトランスデューサ) や反射器などを形成し、IDTの励振により生成するレイリー波を用いるようにしたものがある。

## 【0003】

また、その他の表面波共振子フィルタとして、STカット  $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板を用い、この水晶基板上にTa、W、Auなどからなる電極材料を用いてIDTや反射器などを形成し、IDTの励振により生成するSH波を用いるようにしたものがある (例えば、特許文献1参照)。

40

## 【0004】

しかし、前者の、STカット  $0^\circ$  X軸伝搬の水晶基板上にAlからなる電極を形成した表面波共振子フィルタにおいては、レイリー波が用いられていることから、

(1) 反射係数が小さく、反射器を用いたデバイス、例えば、表面波共振子や表面波共振子フィルタでは、反射器のフィンガを多数必要とするため、小型化が妨げられる、

(2) 電気機械結合係数が小さいため、ロスが大きい  
というような問題点がある。

## 【0005】

一方、後者の、STカット  $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板上に、TaやW、Auのように質

50

量負荷の大きい金属により電極を形成した表面波共振子フィルタは、SH波を用いていることから、電気機械結合係数が大きく、かつ、反射係数も大きいことから、装置の小型化を図ることが可能になるという特徴を有している。

#### 【0006】

しかしながら、TaやW、Auのように質量負荷の大きい金属によって電極を形成した場合、電極の幅や膜厚のばらつきに伴う中心周波数のばらつきが大きくなって不良率が高くなるという問題点がある。すなわち、電極を構成する材料の質量負荷が大きくなるほど、質量負荷の小さいAlに比べて膜厚に対する音速の変化が急になり、質量負荷の小さいAlを用いた場合と同じ程度の電極の幅や膜厚のばらつきでも、中心周波数のばらつきが大きくなるという問題点がある。

10

#### 【0007】

このような中心周波数のばらつきを抑えるためには、質量負荷の小さいAlの膜厚をSH波が励振される程度まで厚くすることが考えられる。しかし、現在の薄膜形成技術では、レジスト膜の厚みの限界や、熱によるレジスト膜の歪みなどが生じるため、SH波が励振される程度までIDTの膜厚を厚くすることは困難である。

【特許文献1】特開2000-323956号公報

#### 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

本発明は、上述のような実情に鑑みてなされたものであり、反射特性に優れ、反射器を構成するフィンガを少なくして、製品の小型化を図ることが可能で、かつ、電気機械結合係数が大きくてロスが少なく、しかも、電極の膜厚が周波数に与える影響が小さく、信頼性の高い表面波共振子を提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

上記課題を解決するために、本発明（請求項1）の表面波共振子は、

水晶基板上に配設された、SH波を励振するIDT用のフィンガ及び、前記SH波を反射するフィンガとを備えた表面波共振子であって、

前記水晶基板が、オイラー角（ $0^\circ$ 、 $\theta$ 、 $90^\circ \pm 2^\circ$ ）において、 $\theta$ が $110^\circ \sim 150^\circ$ 、STカット $90^\circ$ X軸伝搬の水晶基板であり、

30

前記フィンガが、Alを主成分とする材料からなり、かつ、

前記フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）が、 $0.025 \sim 0.135$ の範囲にあることを特徴としている。

#### 【0010】

また、請求項2の表面波共振子は、前記フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）が、 $0.045 \sim 0.095$ の範囲にあることを特徴としている。

#### 【0011】

また、請求項3の表面波共振子は、前記フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）が、 $0.06$ 以上であることを特徴としている。

#### 【0012】

40

また、請求項4の表面波共振子は、前記フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）が、 $0.10$ 以上であることを特徴としている。

#### 【0013】

また、請求項5の表面波共振子は、

$\theta_{\min} \leq \theta \leq \theta_{\max}$ （ $\theta$ ：オイラー角）

$\theta_{\max}: 3303.6(H/\lambda)^2 - 71.786(H/\lambda) + 130.5$

$\theta_{\min}: 2747.8(H/\lambda)^2 - 72.4(H/\lambda) + 121.5$

の要件を満たすことを特徴としている。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

50

本発明（請求項1）の表面波共振子は、オイラー角（ $0^\circ$ ， $\theta$ ， $90^\circ \pm 2^\circ$ ）において、 $\theta$ が $110^\circ \sim 150^\circ$ である、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板に、Alを主成分として、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）が $0.025 \sim 0.135$ の範囲にあるフィンガを形成しているので、反射特性に優れ、かつ、電極の膜厚が周波数に与える影響が小さく、しかも、電気機械結合係数が大きくてロスが少ない、信頼性の高い表面波共振子を得ることが可能になる。

#### 【0015】

すなわち、本発明の表面波共振子においては、Al電極によるX伝搬レイリー波を用いた表面波共振子に比べて、フィンガ1本当たりの反射率を3倍以上にすることが可能になり、反射器の小型化を図ることが可能になり、ひいては装置全体の小型化を図ることが可能になる。

10

さらに、Al電極によるX伝搬レイリー波を用いた表面波共振子に比べて、電気機械結合係数が大きく（1.5倍以上）、フィンガの電気抵抗が小さいため、ロスが少なく、広帯域で使用が可能になる。

しかも、TaやW、Auなどの電極による $90^\circ$  X軸伝搬SH波を用いた従来の表面波共振子に比べると、電極抵抗が小さくてロスが少なく、さらに、音速の膜厚依存性が $1/7 \sim 1/10$ と少ないので、中心周波数のばらつきを抑制することが可能になる。

また、本発明の表面波共振子は、一方向性電極を備えた表面波共振子として使用する場合には良好な特性が得られる。

20

#### 【0016】

また、請求項2の表面波共振子は、フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）を、 $0.045 \sim 0.095$ の範囲としているので、Al電極によるX伝搬レイリー波を用いた表面波共振子に比べて、電気機械結合係数を2倍以上に大きくすることが可能になり、さらにロスが少なく、広帯域で使用可能な表面波共振子を提供することが可能になる。

また、フィンガ1本当たりの反射率を10%以上とすることが可能になり、反射器のフィンガ数約40本で、99%以上の反射率を達成することができるようになり、製品の小型化を図ることが可能になる。

#### 【0017】

また、請求項3の表面波共振子は、フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）を $0.06$ 以上としているので、フィンガ1本当たりの反射率を約15%以上に向上させることが可能になり、反射器のフィンガ数を減らして（例えば、約30本で、99%以上の反射率を達成することができる）、製品の大幅な小型化を図ることができるようになる。

30

#### 【0018】

また、請求項4の表面波共振子は、フィンガの規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）を $0.10$ 以上としているので、フィンガ1本当たりの反射率を約35%以上とすることが可能になり、反射器のフィンガ数を大幅に減らして（例えば、約10本で、99%以上の反射率を達成することができる）、実質的に、端面反射型の表面波共振子と同等の小型化を達成することが可能になる。

#### 【0019】

また、請求項5の表面波共振子は、上記の要件を満たすことにより（すなわち、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）とオイラー角 $\theta$ の関係を図9に示す範囲内とすることにより）、周波数温度特性の良好な表面波共振子を得ることが可能になる。

40

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

図1は、オイラー角（ $0^\circ$ ， $110^\circ \sim 150^\circ$ ， $90^\circ \pm 2^\circ$ ）、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板（回転角では $20 \sim 60^\circ$ 回転Y板）に、Al、W、Ta、及びAuからなる電極を形成した場合の、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）と表面波の速度（音速）の関係を示す図である。

#### 【0021】

図1より、Alからなる電極を備えたものは、表面波の速度（音速）が大きく、かつ、

50

電極の膜厚の変化に対する音速の変化の割合が小さいのに対し、Alよりも、密度の大きいAu、Ta、Wからなる電極を備えたものでは、音速が小さく、かつ、膜厚の変化に対する音速の変化の割合が大きいことがわかる。

したがって、Alを電極材料として用いることにより、音速の変化の少ない電極を形成することが可能になり、周波数のばらつきの少ない表面波共振子を得ることが可能になる。

#### 【0022】

また、図2は、オイラー角( $0^\circ$ ,  $110^\circ \sim 150^\circ$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ )、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板(回転角では $20 \sim 60^\circ$  回転Y板)に、Al、W、Ta、及びAuからなる電極を形成した場合の、規格化膜厚( $H/\lambda$ )と電気機械結合係数の関係を示す図である。

10

#### 【0023】

図2より、Alからなる電極を備えたものは、規格化膜厚( $H/\lambda$ )が、0.05を超えると、電気機械結合係数が、密度の大きいAu、Ta、Wからなる電極を備えたものよりも大きくなることがわかる。

したがって、Alを電極材料として用いることにより、電気機械結合係数が大きくてロスが少ない表面波共振子を得ることが可能になる。

#### 【0024】

また、図3は、オイラー角( $0^\circ$ ,  $110^\circ \sim 150^\circ$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ )、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板(回転角では $20 \sim 60^\circ$  回転Y板)に、Al、W、Ta、及びAuからなる電極を形成した場合の、規格化膜厚( $H/\lambda$ )とフィンガ1本当たりの反射率の関係を示す図である。

20

#### 【0025】

図3に示すように、比重の小さいAlからなる電極を備えたものは、密度の大きいAu、Ta、Wからなる電極を備えたものよりもフィンガ1本当たりの反射率は低いが、本発明のように、例えば、規格化膜厚( $H/\lambda$ )を0.1以上とすることにより、フィンガ1本当たりの反射率が30%を超えるようになり、数本のフィンガにより十分な反射率を確保することが可能になり、製品の小型化を図ることが可能になる。

#### 【0026】

また、図4は、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板にAl電極を形成した場合の、規格化膜厚( $H/\lambda$ )、オイラー角( $0^\circ$ ,  $\theta$ ,  $89^\circ$ )における $\theta$ の値、及び周波数温度係数(TCF)の関係を示す図である。

30

#### 【0027】

図4に示すように、 $\theta$ が $115^\circ \sim 150^\circ$ の範囲においては、周波数温度係数(TCF)が、ほぼ $-75 \sim +80$  ppm/ $^\circ\text{C}$ の範囲にあり、周波数温度特性の良好な表面波共振子を得ることが可能になる。

#### 【実施例】

#### 【0028】

以下に、本発明の実施例を示して、その特徴とするところをさらに具体的に説明する。

#### 【0029】

40

図5(a)は、本発明の第1の実施例にかかる表面波共振子を用いた縦結合共振子フィルタを模式的に示す斜視図である。図5(a)に示すように、この縦結合共振子フィルタ1は、オイラー角( $0^\circ$ ,  $110^\circ \sim 150^\circ$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ )、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板(圧電基板)(回転角では $20 \sim 60^\circ$  回転Y板)2上に、SH波を励振する2つのIDT3a、3bが配設され、その両側に、SH波を反射する2つの反射器4a、4bが配設された構造を有している。

#### 【0030】

また、IDT3a、3b及び反射器4a、4bは、Alを主成分とする電極材料により形成されている。なお、IDT3a、3bは一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置された構造を有している。

50

また、IDT 3 a、3 b 及び反射器 4 a、4 b を構成する各フィンガは、表面波伝搬方向と直交するように並べられている。

さらに、IDT 3 a、3 b 及び反射器 4 a、4 b を構成するフィンガは、その規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が 0.025 ~ 0.135 となるように構成されている。

#### 【0031】

この縦結合共振子フィルタ 1 は、オイラー角  $\theta$  が  $110^\circ \sim 150^\circ$  である ST カット  $90^\circ$  X 軸伝搬の水晶基板 2 に、Al を主成分として、規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が 0.025 ~ 0.135 の範囲にあるフィンガを形成するようにしているので、フィンガの反射特性が良好で、反射器を構成するフィンガの数を減らすことが可能になり、製品全体の大幅な小型化を図ることができる。また、電極の膜厚が周波数に与える影響が小さくて、信頼性の高い縦結合共振子フィルタを得ることができる。

10

#### 【0032】

さらに、Al 電極による X 伝搬レイリー波を用いた縦結合共振子フィルタに比べて、電気機械結合係数が 1.5 倍以上で、しかも、Al を主成分とするフィンガの電気抵抗が小さいため、ロスが少なく、広帯域で使用可能な縦結合共振子フィルタを得ることができる。

#### 【0033】

なお、図 5 (b) は、ST カット  $0^\circ$  X 軸伝搬の水晶基板に、Al 電極を形成した、レイリー波を用いる従来の縦結合共振子フィルタ (比較例) 1 a を模式的に示す図である。なお、図 5 (b) において、図 5 (a) と同一符号を付した部分は、図 5 (a) と同一部分を示している。

20

#### 【0034】

図 5 (a)、図 5 (b) から明らかなように、本発明の表面波共振子を用いた縦結合共振子フィルタ 1 は、従来の縦結合共振子フィルタ (比較例) 1 a に比べて、反射器 4 a、4 b のフィンガ数が大幅に少なくなっている。

これは、本発明においては、フィンガでの反射率が、従来のフィンガの 3 倍以上と大きく、IDT 3 a、3 b から放射された表面波を実質的にすべて反射するのに必要な反射器 4 a、4 b のフィンガ数を大幅に ( $1/3$  以下に) 減らすことが可能になることによる。

#### 【0035】

また、図 6 は本発明の第 2 の実施例にかかる表面波共振子を用いた横結合型表面波フィルタの平面図である。図 6 に示すように、この横結合型表面波フィルタ 11 はオイラー角 ( $0^\circ$ ,  $110^\circ \sim 150^\circ$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ )、ST カット  $90^\circ$  X 軸伝搬の水晶基板 (圧電基板) 12 上に、SH 波を励振する 2 つの IDT 13 a、13 b が配設され、その両側に、SH 波を反射する反射器 14 a、14 b が配設された構造を有している。

30

#### 【0036】

IDT 13 a、13 b 及び反射器 14 a、14 b は、Al を主成分とする電極材料により形成されている。なお、IDT 13 a、13 b は一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置された構造を有している。

また、IDT 13 a、13 b 及び反射器 14 a、14 b を構成する各フィンガは表面波伝搬方向と直交するように並べられている。

40

さらに、IDT 13 a、13 b 及び反射器 14 a、14 b を構成するフィンガは、その規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が 0.025 ~ 0.135 となるように構成されている。

なお、この第 2 の実施例にかかる表面波共振子を用いた横結合型表面波フィルタ 11 においても、上記第 1 の実施例の場合と同様の効果を得ることができる。

#### 【0037】

また、本発明においては、上述の第 1 の実施例にかかる縦結合共振子フィルタ (図 5 (a)) 又は第 2 の実施例 (図 6) にかかる横結合型表面波フィルタを複数個縦続に接続した多段型フィルタを構成することも可能であり、その場合にも、上述の第 1 及び第 2 の実施例の場合と同様の効果を得ることができる。

#### 【0038】

50



また、図 7 は、本発明の第 3 の実施例にかかる表面波共振子の平面図である。

図 7 に示すように、表面波共振子 21 は、オイラー角 ( $0^\circ$ ,  $110^\circ \sim 150^\circ$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ )、ST カット  $90^\circ$  X 軸伝搬の水晶基板 (圧電基板) 22 上に、SH 波を励振する 1 つの IDT 23 が配設され、その両側に、SH 波を反射する反射器 24a、24b が配設された構造を有している。

【0039】

IDT 23 及び反射器 24a、24b は、Al を主成分とする電極材料から形成されている。なお、IDT 23 は一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置された構造を有している。

【0040】

また、IDT 23 及び反射器 24a、24b を構成するフィンガは、その規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が  $0.025 \sim 0.135$  の範囲になるように設定されている。

【0041】

また、図 8 は、本発明の第 4 の実施例にかかる表面波共振子を用いたラダー型表面波フィルタの平面図である。

図 8 に示すように、ラダー型表面波フィルタ 31 はオイラー角 ( $0^\circ$ ,  $110^\circ \sim 150^\circ$ ,  $90^\circ \pm 2^\circ$ )、ST カット  $90^\circ$  X 軸伝搬の水晶基板 (圧電基板) 32 上に SH 波を励振する IDT 33a、33b が配設され、さらにその両側に、SH 波を反射する反射器 34a、34b が配設された構造を有している。

【0042】

IDT 33a、33b 及び反射器 34a、34b は、Al を主成分とする電極材料により形成されている。なお、IDT 33a、33b は一組の櫛形電極がそれぞれの櫛歯部分が互いに対向するように配置された構造を有している。

また、IDT 33a は直列腕に配設され、IDT 33b は並列腕に配設されることにより、ラダー型に構成されている。この実施例においても、上記第 1 ～ 第 3 の実施例と同様に IDT 33a、33b の櫛歯部分を構成するフィンガは、その規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) が  $0.025 \sim 0.135$  の範囲になるように設定されている。

【0043】

なお、上記の図 7、図 8 に示した本発明の第 3、第 4 の実施例にかかる表面波装置 (表面波共振子及び表面波フィルタ) においても、上述の本発明の第 1 の実施例の場合と同様の効果を得ることができる。

【0044】

また、上記の第 1 ～ 第 4 の実施例にかかる表面波装置において、フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) を  $0.045 \sim 0.095$  とすることにより、フィンガ 1 本当たりの反射率を 10% 以上とすることが可能になり、反射器のフィンガ数約 40 本で、99% 以上の反射率を達成することができる。したがって、製品の小型化を図ることができる。また、Al 電極による X 伝搬レイリー波を用いた表面波装置に比べて、電気機械結合係数を 2 倍以上に大きくすることが可能になり、さらにロスが少なく、広帯域で使用可能な表面波装置を得ることができる。

【0045】

また、上記の第 1 ～ 第 4 の実施例にかかる表面波装置において、フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) を  $0.06$  以上とすることにより、さらに反射率を向上させて、一層の小型化を図ることが可能になる。

【0046】

さらに、上記の第 1 ～ 第 4 の実施例にかかる表面波装置において、フィンガの規格化膜厚 ( $H/\lambda$ ) を  $0.10$  以上とすることにより、さらに反射率を向上させて、実質的に、端面反射型の表面波装置と同等の小型化を達成することができる。

【0047】

また、上記第 1 ～ 第 4 の実施例にかかる表面波装置において、

$\theta_{\min} \leq \theta \leq \theta_{\max}$  ( $\theta$ : オイラー角)

10

20

30

40

50

$$\theta_{\max}: 3303.6 (H/\lambda)^2 - 71.786 (H/\lambda) + 130.5$$

$$\theta_{\min}: 2747.8 (H/\lambda)^2 - 72.4 (H/\lambda) + 121.5$$

の要件を満たすことにより（すなわち、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）とオイラー角  $\theta$  の関係を図 9 に示す範囲内とすることにより）、周波数温度特性の良好な表面波装置を得ることができる。

#### 【0048】

なお、本発明は、上記実施例に限定されるものではなく、水晶基板の具体的な形状、IDT や反射器を構成するフィンガの具体的な配設態様、フィンガの本数、フィンガの規格化膜厚などに関し、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0049】

本発明の表面波共振子は、反射特性に優れ、反射器を構成するフィンガを少なくして、製品の小型化を図ることが可能で、かつ、電気機械結合係数が大きくてロスが少なく、しかも、電極の膜厚が周波数に与える影響が小さく、信頼性が高いことから、移動体通信機器の帯域通過フィルタなどの用途に広く用いることが可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0050】

【図1】水晶基板にAl、W、Ta、及びAuからなる電極を形成した場合の、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）と表面波の速度（音速）との関係を示す図である。

【図2】水晶基板にAl、W、Ta、及びAuからなる電極を形成した場合の、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）と電気機械結合係数の関係を示す図である。

【図3】水晶基板にAl、W、Ta、及びAuからなる電極を形成した場合の、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）とフィンガ1本当たりの反射率の関係を示す図である。

【図4】オイラー角（ $0^\circ$ 、 $\theta$ 、 $89^\circ$ ）、STカット $90^\circ$  X軸伝搬の水晶基板にAl電極を形成した場合の、規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）、オイラー角（ $0^\circ$ 、 $\theta$ 、 $90^\circ \pm 2^\circ$ ）における $\theta$ の値、及び周波数温度係数（TCF）の関係を示す図である。

【図5】(a)は、本発明の第1の実施例にかかる表面波共振子を用いた縦結合共振子フィルタを模式的に示す斜視図、(b)は、従来の縦結合共振子フィルタ（比較例）を模式的に示す図である。

【図6】本発明の第2の実施例にかかる表面波共振子を用いた横結合型表面波フィルタの平面図である。

【図7】本発明の第3の実施例にかかる表面波共振子の平面図である。

【図8】本発明の第4の実施例にかかる表面波共振子を用いたラダー型表面波フィルタの平面図である。

【図9】本発明の請求項5のオイラー角 $\theta$ の範囲を規格化膜厚（ $H/\lambda$ ）との関係で示す線図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0051】

1	縦結合共振子フィルタ
1 a	従来の縦結合共振子フィルタ（比較例）
2	水晶基板（圧電基板）
3 a, 3 b	IDT
4 a, 4 b	反射器
1 1	横結合型表面波フィルタ
1 2	水晶基板（圧電基板）
1 3 a, 1 3 b	IDT
1 4 a, 1 4 b	反射器
2 1	表面波共振子
2 2	水晶基板（圧電基板）

10

20

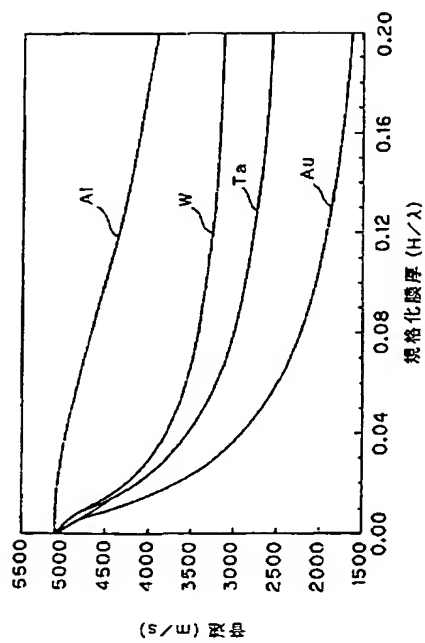
30

40

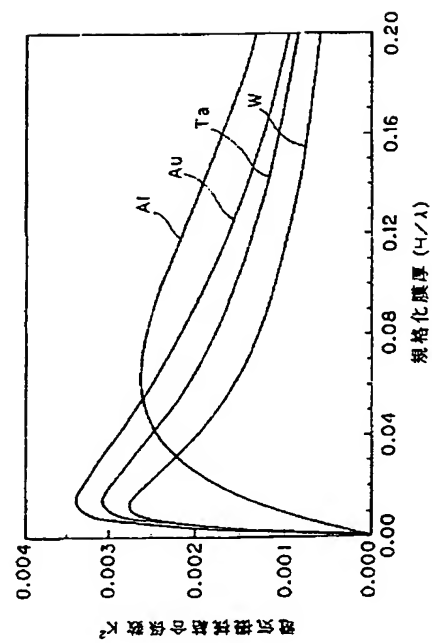
50

2 3	I D T
2 4 a , 2 4 b	反射器
3 1	ラダー型表面波フィルタ
3 2	水晶基板 (圧電基板)
3 3 a 、 3 3 b	I D T
3 4 a 、 3 4 b	反射器

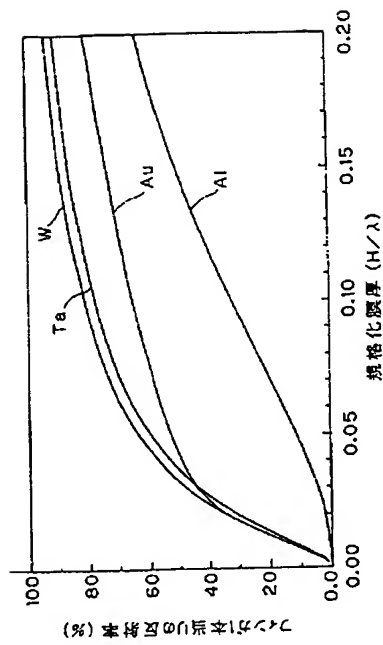
【図 1】



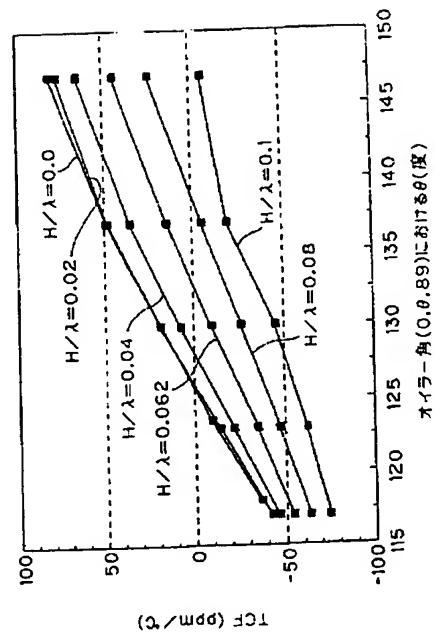
【図 2】



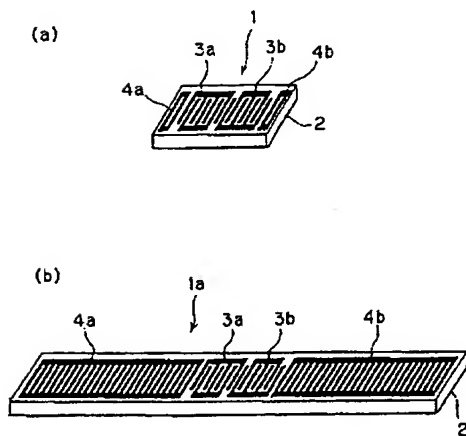
【図 3】



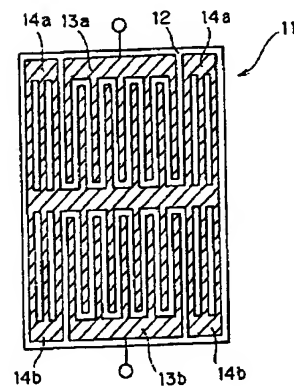
【図 4】



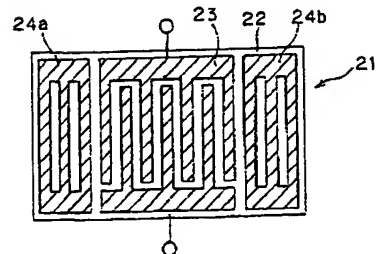
【図 5】



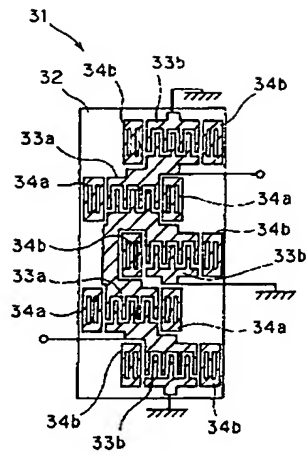
【図 6】



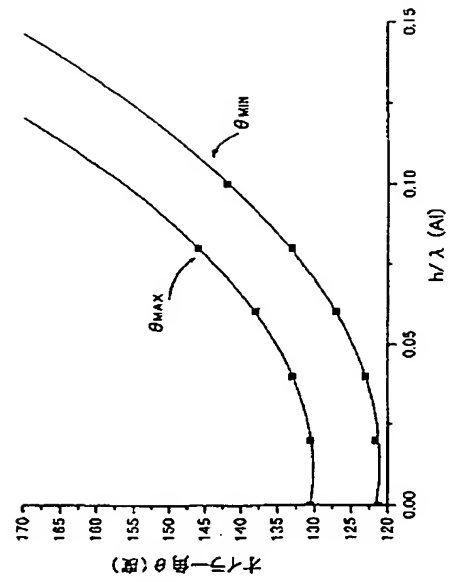
【図 7】



【図 8】



【図 9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)